

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-085686
 (43)Date of publication of application : 10.04.1991

(51)Int.Cl.

G06F 15/70

(21)Application number : 01-223440

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 29.08.1989

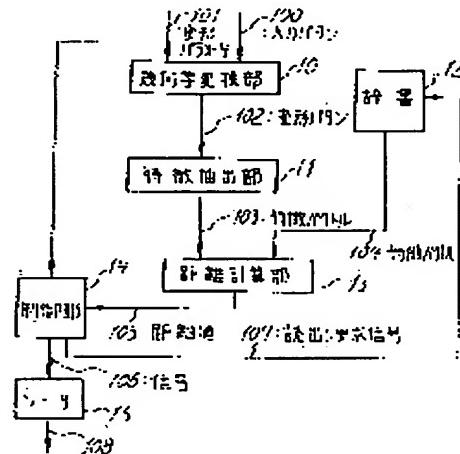
(72)Inventor : KAMIMURA TAKESHI

(54) PATTERN NORMALIZING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a shape normalizing device with high universality by repeating geometric transformation by using an optimization calculation method.

CONSTITUTION: The device is equipped with a geometric transformation part 10 which finds a deformation pattern by executing the geometric transformation on an input pattern according to a deformation parameter, and a dictionary 12 in which the feature vector of a reference pattern is stored. A recursive processing is executed with the optimization calculation method so as to minimize a distance between feature vectors obtained from the input pattern and the reference pattern, and the geometric transformation is repeated so that the shape of the input pattern can approach the reference pattern. The input pattern is deformed for all the reference patterns, and some of distance values obtained from the above result are selected in sequence of the distance with a smaller value, then, it is set as a high-order candidate. In such a way, the normalizing processing with high universality can be realized.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報 (A)

平3-85686

⑫ Int. Cl.³
G 06 F 15/70

識別記号
460 B

庁内整理番号
9071-5B

⑬ 公開 平成3年(1991)4月10日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全6頁)

⑭ 発明の名称 パタン正規化装置

⑮ 特 願 平1-223440

⑯ 出 願 平1(1989)8月29日

⑰ 発明者 上村 健 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑲ 代理人 弁理士 内原 晋

明細書

1. 発明の名称

パタン正規化装置

2. 特許請求の範囲

1. パタン認識処理における入力パタンと参照パタンとからそれぞれの特徴抽出を行って得られる特徴ベクトル間の距離が最小となるように入力パタンに対する幾何学変換を実行するパタン正規化装置において、与えられた変形パラメータに従って入力パタンに対する幾何学変換を実行して変形パタンを求める幾何学変換部と、この幾何学変換部で求めた変形パタンに対し特徴抽出を行い変形パタンの特徴ベクトルを求める特徴抽出部と、個々の参照パタンに対しあらかじめ特徴抽出を行って得られる参照パタンの特徴ベクトルを貯えておく辞書と、前記変形パタンの特徴ベクトルと前記参照パタンの特徴ベクトルとの間の距離を計算する計算部と、この距

離計算部で計算する距離の値を最小とする前記変形パラメータの値を求め、最適化されるまでの反復処理の制御を行う制御部と、前記各参照パタンごとに最小化された前記距離の値を貯えてソーティングを行って値が最小のものから順に上位候補として出力するソータとを含むことを特徴とするパタン正規化装置。

2. 請求項1記載のパタン正規化装置において、前記特徴抽出部は、前記変形パタンに対し細線化処理を行う細線化処理部と、この細線化処理部から出力される細線化パタンに対して、局所フィルタリング処理を実行して得られる値を特徴ベクトルの要素として出力する局所フィルタリング処理部とを含むことを特徴とするパタン正規化装置。

3. 請求項2記載のパタン正規化装置において、前記幾何学変換部は、前記変形パラメータが水平方向に関するパラメータと垂直方向に関するパラメータとの2種類から構成され、水平方向または垂直方向または両方向に関する幾何学変

換を実行して変形パタンを求める幾何学変換部で、前記制御部は、最適化のための反復処理を2つのフェーズに分解し、一方のフェーズにおいては前記変形パラメータのうち水平方向に関するパラメータのみを更新し、他方においては垂直方向に関するパラメータのみを更新し、両フェーズを1回ずつ実行して1回の反復とする制御部であることを特徴とするパタン正規化装置。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

本発明はパタン認識において文字パタンの形状を正規化するパタン正規化装置に関する。

【従来の技術】

パタン認識の中でも重要分野の1つである文字認識は、一般に前処理、特徴抽出、識別および後処理の4つのプロセスに大別される。前処理では入力される文字画像に対して、雑音の除去や形状の正規化を行い、特徴抽出においてはマスク処

- 3 -

ページに掲載された論文においては、手書き数字に対して外接矩形を求め、これが一定の形状となるような変形を行い形状を正規化している。また津屋、田中により「階層的な位置ずれ補正処理に基づく手書き漢字認識」と題して、電子情報通信学会の研究会（資料番号P R U 8 7 - 1 0 4, 1988年2月）に発表された論文においては、手書き漢字に対して、ストロークの間隔が均等化されるようにストロークの位置の補正を行う方式を提案している。

【発明が解決しようとする課題】

以上のパタン正規化の方式においては、正規化基準に対する最適な変形が一定の処理により求められるため、処理量の面からみても効率的である。どのような正規化基準を設ければよいかという問題は、特徴抽出や識別のアルゴリズムにも影響を与え、また認識の対象にも依存することから、これを決定するのは非常に難しい。しかも文字ごとに基準が変化することも考えられ、一般には設定される基準によっては、一定処理によって最適な

理、輪郭トレースおよび射影等の画像処理手法を用いて、交点・端点といった特徴点やストロークの配置および濃度分布等に依存した特徴量を求める。次に、特徴量を成分として構成される特徴ベクトルと、各カテゴリに対応した特徴ベクトルとのマッチングによってカテゴリを識別し、最後に後処理として識別結果の確認を行う。

文字認識の難しさの要因の1つとして、同じカテゴリに属する文字パタンの形状の多様性がある。これは特に手書き文字やマルチフォントの印刷文字において顕著に現れる問題であり、これを解決するために既にいくつかの方式が提案されている。これらの方のうち大部分のものは、形状に対してある正規化基準を設け、その上で最適化がなされるように前処理プロセスにおいて変形を行うものである。例えばG. ネイギーとN. ツォンにより、「手書き数字に対する正規化方法（Normalization Technique for Handprinted Numerals）」と題して、Association for Computing Machinery の Communication, Vol.13, No.8(1970) の475ページから481

- 4 -

変形を求めるることは困難であり、その場合に反復収束計算が必要であると考えられる。

本発明の目的は、最適化計算手法を用いて幾何学変換を反復することにより、更に汎用性の高い形状正規化装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

本発明の装置は、パタン認識処理における入力パタンと参照パタンとからそれぞれの特徴抽出を行って得られる特徴ベクトル間の距離が最小となるように入力パタンに対する幾何学変換を実行するパタン正規化装置において、与えられた変形パラメータに従って入力パタンに対する幾何学変換を実行して変形パタンを求める幾何学変換部と、この幾何学変換部で求めた変形パタンに対し特徴抽出を行い変形パタンの特徴ベクトルを求める特徴抽出部と、個々の参照パタンに対しあらかじめ特徴抽出を行って得られる参照パタンの特徴ベクトルを貯えておく辞書と、前記変形パタンの特徴ベクトルと前記参照パタンの特徴ベクトルとの間の距離を計算する計算部と、この距離計算部で計

- 5 -

-692-

- 6 -

算する距離の値を最小とする前記変形パラメータの値を求め、最適化されるまでの反復処理の制御を行う制御部と、前記各参照パタンごとに最小化された前記距離の値を貯えてソーティングを行つて値が最小のものから順に上位候補として出力するソータとを含むことをにより、また前記特徴抽出部は、前記変形パタンに対し細線化処理を行う細線化処理部と、この細線化処理部から出力される細線化パタンに対して、局所フィルタリング処理を実行して得られる値を特徴ベクトルの要素として出力する局所フィルタリング処理部とを含むことにより、また前記幾何学変換部は、前記変形パラメータが水平方向に関するパラメータと垂直方向に関するパラメータとの2種類から構成され、水平方向または垂直方向または両方向に関する幾何学変換を実行して変形パタンを求める幾何学変換部で、前記制御部は、最適化のための反復処理を2つのフェーズに分解し、一方のフェーズにおいては前記変形パラメータのうち水平方向に関するパラメータのみを更新し、他方においては垂直

- 7 -

られる幾何学変換を入力パタン100に対して施した結果を、変形パタン102として出力する。

次に幾何学変換の方法について説明を行う。まず簡単のため1次元のパタンの場合を考える。入力パタン100の変形前のアドレスを x ($0 \leq x \leq M$)、変形パタン102のアドレスを $f(x)$ と表す。ここで関数 $f(x)$ は以下の条件を満たすものとする。

$$f(0) = 0 \quad (1)$$

$$f(M) = M \quad (2)$$

$$f'(x) \geq 0 \quad (0 \leq x \leq M) \quad (3)$$

この3つの条件により、変形パタンは入力パタンと同じ大きさを保つ。特に式(3)により、関数 f は単調増加となるため、パタンの各成分の順序を保ちながら変形を行うことができる。例えば $f(x)$ として、

$f(x) = a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$ (4)
と表される3次関数を用いる場合、 x のはかにパラメータとして a_3, a_2, a_1, a_0 の4個が必要である。しかし条件式(1)および(2)を代入すること

方向に関するパラメータのみを更新し、両フェーズを1回ずつ実行して1回の反復とする制御部であることにより構成される。

[作用]

本発明のパタン正規化装置は、入力パタンと参照パタンとから得られるそれぞれの特徴ベクトル間の距離が最小となるように、最適化計算手法による反復処理を実行するものであり、入力パタンの形状が参照パタンにより近くなるように幾何学変換が繰り返される。入力パタンは全ての参照パタンに対して変形され、その結果得られる距離値が最小のものから順に幾つかを選択し、上位候補とする。

[実施例]

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

第1図は本発明のパタン正規化装置の一実施例を示すブロック図である。幾何学変換部10は、入力パタン100と変形パラメータ101との2つを入力とし、変形パラメータ101により与え

- 8 -

により次の式(5)が得られるため、実際に与えるパラメータは2個でよい。このパラメータが、変形パラメータ101に対応している。

$$f(x) = a_3 x^3 + a_2 x^2 + (1 - a_3 M^3 - a_2 M) x \quad (5)$$

$f(x)$ として非線形の関数を用いれば、パタンのある部分のみを膨張または収縮するといった変形が可能である。

次に2次元の入力パタンのアドレスを (x, y) 、変形パタンのアドレスを (X, Y) で表す。上記の条件式(1)～(3)を満たす関数 f と g により、以下の式(6)、(7)に従って2次元パタンの幾何学変換を実行すると、各方向ごとに独立な変形が行われる。

$$X = f(x) \quad (6)$$

$$Y = g(y) \quad (7)$$

一方、次の式(8)、(9)のように、他方向のアドレス値の項を加えると、更に長方形から平行四辺形への変形や、回転といったことが可能となる。

$$X = f(x) + b_1 \cdot y \quad (8)$$

- 10 -

$$Y = g(y) + c \cdot x \quad (9)$$

この場合、変形パラメータ 101 の個数は x 方向と y 方向とに関して各 3 個の計 6 個となる。

以上の変形においては関数 $f(0)$, $f(Y)$ の値が一定であるため、第 3 図(a)に示すように、 $0 \leq x \leq M$, $0 \leq y \leq N$ で表される矩形領域のうち両端の成分は移動することができない。しかし第 3 図(b)のように、パタンの外接正方形の外側に背景部分を加えて正規化処理領域とすれば、パタンの両端の成分も移動することができる。また更に領域によって異なる関数を用いれば局所的な変形が実現される。

次に特徴抽出部 11 は、変形パタン 102 に対して特徴抽出処理を行い、得られる特徴ベクトル 103 を出力する。第 2 図は特徴抽出部 11 の一実施例を示すブロック図であり、細線化処理部 20 は、入力される変形パタン 102 に対して細線化処理を行う。これにより入力パタンと変形パタンとのストロークの太さの違いによって、距離値が増大することなく、ストロークの骨格線の

- 11 -

ベクトル 104 を入力し、両者の距離値を求め距離値 105 として出力する。距離としては、例えば L1 ノルム、

$$C_i = \sum |a_i - b_i| \quad (10)$$

または L2 ノルム、

$$c_i = \sum (a_i - b_i)^2 \quad (11)$$

等を用いることができる。

制御部 14 は、変形パラメータ 101 と距離値 105 を入力し、距離値 105 が最小となるような変形パラメータ 101 の値を最適化計算手法を用いた反復処理によって求める。求まったならば、その収束値と対応する参照パタンのカテゴリ番号を信号 106 として出力し、更に辞書 12 に対して読み出し要求信号 107 を出力し、次の参照パタンの特徴ベクトルの読み出しを行う。

次に最適化計算手法の一つである最急勾配法について説明を行う。幾何学変換部 10 へ入力する変形パラメータ 101 をベクトル $K = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_L\}$ で表し、 K を与えたときに距離計算部 13 において得られる距離値 105 を $D(K)$

重なり具合を評価することができる。局所フィルタリング処理部 21 は細線化パタンに対して、一定のリサンプリング点上で局所フィルタリング処理を行い、得られた値を特徴ベクトル 103 の要素として出力する。フィルタリング係数としては、例えば以下に示すような 5×5 のガウシアンフィルタを用いる。

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

次に再び第 1 図を参照して本発明の装置の説明を行うと、辞書 12 は特徴抽出部 11 において述べた処理を、あらかじめ全参照パタンに対して実行して得られる特徴ベクトルを格納し、制御部 14 からの読み出し要求信号 107 に同期して読み出し、特徴ベクトル 104 とする。

距離計算部 13 は変形パタンから得られる特徴ベクトル 103 と、参照パタンから得られる特徴

- 12 -

とすると、以下の①～④のようになる。

① K の初期値を与える。

② $i = 1, 2, 3, \dots, L$ に対して、

$$g_i^+ = D(K_i^+) - D(K_i^-) \quad (12)$$

を求める。但しへクトル K_i^+ と K_i^- とは K の第 i 成分のみをそれぞれ正の方向と負の方向とに $\Delta (> 0)$ だけ変化させたベクトルであり、次の式(13)のように表すことができる。

$$K_i^+ = \{k_j^+ \mid k_j^+ = k_j (j \neq i), k_i^+ = k_i + \Delta\}$$

$$K_i^- = \{k_j^- \mid k_j^- = k_j (j \neq i), k_i^- = k_i - \Delta\} \quad (1 \leq j \leq L) \quad (13)$$

③ ベクトル $G = \{g_1, g_2, g_3, \dots, g_L\}$ とし、

$$D' = D(K - \alpha \cdot G / \|G\|) \quad (14)$$

を最小にするような正のスカラ値 α を求める。

④ α が充分に小さくなり、 K の値が収束すれば終了。そうでなければ、

$$K \leftarrow K - \alpha \cdot G / \|G\| \quad (15)$$

として②へ戻る。

ベクトル G が最急勾配方向を表し、スカラ α が更

- 13 -

-694-

新量を表す。制御部 14 は変形パラメータ 101 と距離値 105 を用いて、上述の①～④を収束するまで繰り返す。

この方法では、④においてベクトル K の全ての成分が更新されるため、水平方向に関する変形と垂直方向に関する変形が同時に実行される。しかし②では変分法により、他方向の変形を行わない状態でパラメータを変動させて勾配を求めていた。一般に各方向に対する最適な変形の組合せが、両方向に対する最適な変形になるとはいえない。そこで制御部 14 は、②～④の反復処理を x 方向と y 方向との 2 つのフェーズに分け、各フェーズで 1 方向の変形のみに関するパラメータを更新し、両フェーズを 1 回ずつ実行して 1 回の反復とする。

ソータ 15 は、制御部 14 から出力される信号 106 を貯えるメモリと、比較演算器等を含んで構成され、信号 106 のデータのうち、距離の収束値をメモリ上でソートし、その上位候補データを対応するカテゴリ番号と共に信号 108 に出力する。

- 15 -

な変形が実現される。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明のバタン正規化装置を用いることにより、従来に比べ入力バタンの多様な変形に対応することができるという効果を持つ。また最適化の基準を、特徴ベクトル間の距離の最小化だけでなく、認識対象に応じて設定することにより、汎用性の高い正規化処理を実現することができる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例のブロック図、第 2 図は第 1 図における特徴抽出部の一例を示すブロック図、第 3 図(a)および(b)は正規化領域内の幾何学変換の例を示す図である。

10 ……幾何学変換部、 11 ……特徴抽出部、
12 ……辞書、 13 ……距離計算部、 14 ……制御部、 15 ……ソータ、 20 ……細線化処理部、
21 ……局所フィルタリング処理部。

代理人 弁理士 内原 駿

- 17 -

ここでは 2 つの特徴ベクトル間の距離を最小にする装置として説明を行ったが、例えば距離ではなく類似度を最大にするような最適化基準を用いる場合も考えられる。この場合、類似度を D(K) で表わすと、制御部 14 での最適化反復処理は以下のようになる。

① K の初期値を与える。

② $i = 1, 2, 3, \dots, L$ に対して、

$$g_i = D(K_i) - D(K_{i-1}) \quad 02$$

を求める。

③ ベクトル G = {g_1, g_2, g_3, \dots, g_L} とし、

$$D' = D(K - \alpha \cdot G / \|G\|) \quad 04$$

を最大とするような正のスカラ値 α を求める。

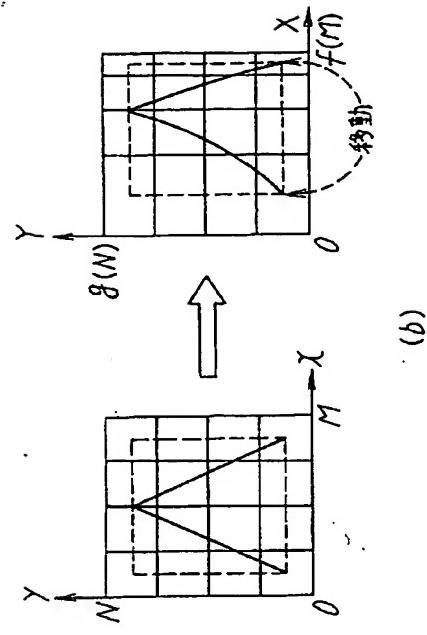
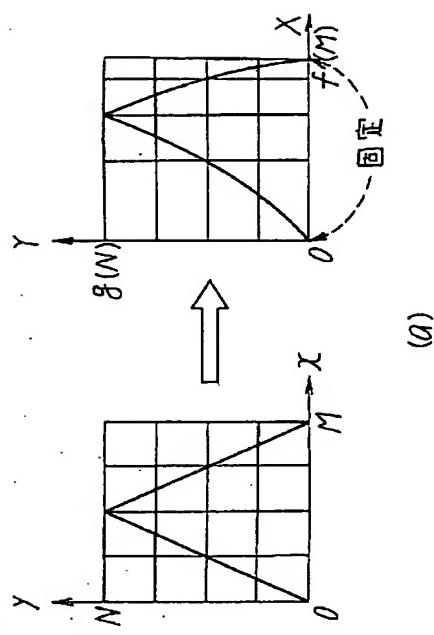
④ α が十分に小さくなり、K の値が収束すれば終了。そうでなければ、

$$K \leftarrow K - \alpha \cdot G / \|G\| \quad 05$$

として②へ戻る。

更にソータ 15において収束値を最大値から順にソートすることにより、類似度を最大とするよう

- 18 -



第 3 図

